


**Vakuumpumpe mit Rotor**

**Patent number:** DE4300274  
**Publication date:** 1994-07-14  
**Inventor:** BACHMANN PAUL DR (DE); FROITZHEIM MICHAEL DR (DE)  
**Applicant:** LEYBOLD AG (DE)  
**Classification:**  
- international: F04C25/02; F04D19/04  
- european: F04C18/08B, F04D19/04, F04D29/02C  
**Application number:** DE19934300274 19930108  
**Priority number(s):** DE19934300274 19930108

**Also published as:** WO9416228 (A1)

Abstract not available for DE4300274

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 43 00 274 A 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
F 04 C 25/02  
F 04 D 19/04

21 Aktenzeichen: P 43 00 274.9  
22 Anmeldetag: 8. 1. 93  
43 Offenlegungstag: 14. 7. 94

DE 43 00 274 A 1

71 Anmelder:  
Leybold AG, 63450 Hanau, DE

74 Vertreter:  
Leineweber, J., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 50859 Köln

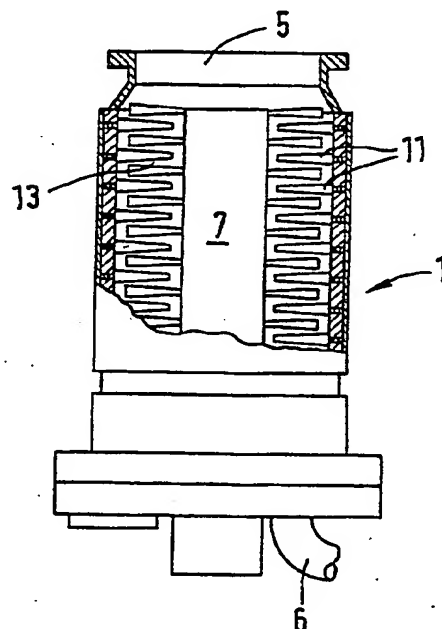
72 Erfinder:  
Bachmann, Paul, Dr., 5000 Köln, DE; Froitzheim,  
Michael, Dr., 5000 Köln, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

US 43 09 143  
EP 02 81 654 A1

54 Vakuumpumpe mit Rotor

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine Vakuumpumpe, insbesondere Hochvakuumpumpe, mit einem Rotor, der gemeinsam mit einem Stator und gegebenenfalls mit einem weiteren Rotor einen schmiermittelfreien, von den zu fördernden Gasen durchströmten Förderraum bildet; um den oder die Rotoren mit erhöhten Drehzahlen betreiben zu können, wird vorgeschlagen, daß der bzw. die Rotoren (7, 8) zumindest teilweise aus einer Aluminium-Lithium-Legierung bestehen.



DE 43 00 274 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 94 408 028/77

4/35

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vakuumpumpe, insbesondere Hochvakuumpumpe, mit einem Rotor, der gemeinsam mit einem Stator und gegebenenfalls mit einem weiteren Rotor einen schmiermittelfreien, von den zu fördernden Gasen durchströmten Förderraum bildet.

Zu Vakuumpumpen der erwähnten Art gehören zum einen Reibungsvakuumpumpen, wie Turbomolekularpumpen (axial, radial Molekularvakuumpumpen, Turbomolekularvakuumpumpen und Kombinationen dieser Pumpen, die häufig mit Hybrid- oder Compoundpumpen bezeichnet werden. Zum anderen werden auch Wälzkolben- und Klauenvakuumpumpen mit schmiermittelfreien Schöpfräumen (Förderräumen) betrieben und gehören somit zu den gattungsgemäßen Vakuumpumpen. Bei diesen ein- oder mehrstufig ausgebildeten Vakuumpumpen befindet sich im Schöpfraum jeweils ein Rotorpaar, das gemeinsam mit dem Gehäuse (Stator) den Förderraum bildet.

Das Saugvermögen der hier betroffenen Vakuumpumpen hängt maßgeblich von der Drehzahl des bzw. der Rotoren ab. Sie werden deshalb mit möglichst hohen Drehzahlen betrieben. Der Erhöhung der Drehzahl sind jedoch Grenzen gesetzt, die maßgeblich von der Festigkeit des Rotormaterials abhängen. Zu berücksichtigen ist dabei, daß Vakuumpumpen der erwähnten Art häufig zur wiederholten Evakuierung von Vakuumkammern eingesetzt werden, in denen Ätzprozesse, Beschichtungsprozesse und chemische Prozesse der verschiedensten Art durchgeführt werden. Insbesondere bei Ätzprozessen haben die von der Vakuumpumpe zu fördernden Gase eine erhöhte Temperatur (beispielsweise 120°C). Da die Festigkeit eines Werkstoffes mit steigender Temperatur abnimmt, muß die Höchst-drehzahlgrenze umso niedriger gewählt werden, je höher die Betriebstemperatur ist.

Bei modernen Turbomolekularvakuumpumpen werden warmhärzbare Legierungen vom Typ AlMgSi oder auch AlCuSiMn als Rotormaterial eingesetzt. Die Drehzahlen liegen beispielsweise bei einem Rotor mit einem Durchmesser von 130 (mm) bei rd. 50 000 U/min.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vakuumpumpe der eingangs erwähnten Art zu schaffen, deren Rotor bzw. deren Rotoren mit erhöhten Drehzahlen betrieben werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der Rotor zumindest teilweise aus einer Aluminium-Lithium-Legierung besteht. Vorzugsweise liegt der Lithium-Legierungsanteil zwischen 0,5% und 10%. Die besten Erfahrungen werden bisher mit Legierungen mit einem Li-Legierungsanteil zwischen 1,5% und 3% gemacht. Werkstoffe dieser Art sind im Aufsatz von A.K. Vasudevan und R.D. Doherty "Aluminium Alloys — Contemporary Research and Applications", ACADEMIC PRESS, INC., 1989 beschrieben.

Werkstoffe dieser Art sind leichter als die bisher verwendeten. Neben der sehr hohen Festigkeit im Bereich der höchstfesten Legierungen vom Typ AlZnMgCu besitzen die AlLi-Legierungen die höchste Steifigkeit (E-Modul) aller genormten Al-Knet- und Gußlegierungen. Vakuumpumpen, deren Rotoren zumindest in den Bereichen hoher Fliehkraftbelastung aus AlLi-Werkstoffen bestehen, können so mit erhöhten Drehzahlen betrieben werden. Bei Turbomolekularpumpen können die Rotor-Drehzahlen, je nach bisher verwendeter Al-Legierung, um bis zu rd. 10% erhöht werden.

Überraschenderweise ist die Erfindung noch mit einem weiteren wesentlichen Vorteil verbunden. Bei den erwähnten Einsätzen — Evakuierung von Vakuumkammern, in denen chemische Prozesse, Ätzprozesse, Beschichtungsprozesse usw. ablaufen — fallen vielfach aggressive Gase, insbesondere Halogene und deren Verbindungen, an. Diese verursachen bevorzugt an den Rotoren der verwendeten Vakuumpumpen Korrosionen, die das Saugvermögen der Vakuumpumpe sehr schnell beeinträchtigen können. Zur Vermeidung dieser Korrosionen ist es bekannt, die aus den üblichen Aluminium-Werkstoffen bestehenden Rotoren zu beschichten. Diese Verfahren sind aufwendig. Überraschenderweise hat sich der erfindungsgemäße Aluminium-Lithium-Werkstoff als nahezu korrosionsfest erwiesen. Aufwendige Maßnahmen zum Schutz der Oberfläche des Rotors vor den anfallenden aggressiven Gasen sind nicht mehr erforderlich.

Vorzugsweise besteht nur der Rotor bzw. bestehen nur die Rotoren der Vakuumpumpe — zumindest teilweise — aus der vorgeschlagenen Aluminium-Lithium-Legierung, da allein durch diese Maßnahme die erhöhte Rotor-Festigkeit erreicht wird. Für den Fall, daß der Korrosionsschutz im Vordergrund steht, ist es zweckmäßig, daß auch der Stator — oder zumindest die dem Rotor zugewandte Oberfläche des Stators — aus der Aluminium-Lithium-Legierung besteht. Selbst beim Anfall von 100% Chlor können durch diese Maßnahme hohe Standzeiten der Vakuumpumpen erreicht werden.

Das Figurenblatt zeigt schematisch vier Beispiele für Vakuumpumpen der hier betroffenen Art. Im einzelnen handelt es sich um eine Turbomolekularvakuumpumpe 1 (Fig. 1), Wälzkolbenvakuumpumpe 2 (Fig. 2), Klauenvakuumpumpe 3 (Schnitt durch eine Stufe, Fig. 3) sowie Turbomolekularvakuumpumpe 4 (Fig. 4). Alle Pumpen bzw. Pumpenstufen haben einen Einlaß 5 und einen Auslaß 6. Zwischen Einlaß 5 und Auslaß 6 befinden sich die Rotoren 7 bzw. Rotorpaare 8, 9. Diese bilden gemeinsam mit einem Stator 11 bzw. mit dem Gehäuse 12 einen Förderraum 13, der von den gepumpten Gasen durchströmt wird.

Die Rotoren 7, 8, 9 bestehen aus einer Aluminium-Lithium-Legierung, zweckmäßig aus dem Werkstoff 8090 oder 8090A (vgl. Tabelle I im o.a. Aufsatz). Aufgrund der erhöhten Festigkeit und Steifigkeit der Rotoren können diese mit erhöhten Drehzahlen betrieben werden. Zusätzlich sind sie korrosionsfest. Um eine Korrosionsfestigkeit auch bei den Statoren 11, 12 zu erreichen, können diese ebenfalls aus einem der angegebenen Werkstoffe bestehen oder zumindest förderraumseitig damit beschichtet sein.

#### Patentansprüche

1. Vakuumpumpe, insbesondere Hochvakuumpumpe, mit einem Rotor, der gemeinsam mit einem Stator und gegebenenfalls mit einem weiteren Rotor einen schmiermittelfreien, von den zu fördernden Gasen durchströmten Förderraum bildet, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die Rotoren (7, 8) zumindest teilweise aus einer Aluminium-Lithium-Legierung bestehen.
2. Vakuumpumpe, insbesondere Hochvakuumpumpe, mit einem Rotor, der gemeinsam mit einem Stator und gegebenenfalls mit einem weiteren Rotor einen schmiermittelfreien, von den zu fördernden Gasen durchströmten Förderraum bildet, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die Rotoren (7, 8) zumindest teilweise mit einer Aluminium-Lithium-

Legierung beschichtet sind.

3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auch der Stator (11, 12) aus der Aluminium-Lithium-Legierung besteht oder zumindest förderraumseitig damit beschichtet ist. 5

4. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Litium-Anteil zwischen 0,5% und 10%, vorzugsweise zwischen 1,5% und 3% liegt.

5. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 10 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstoffe 8090 oder 8090 A als Rotorwerkstoffe eingesetzt werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

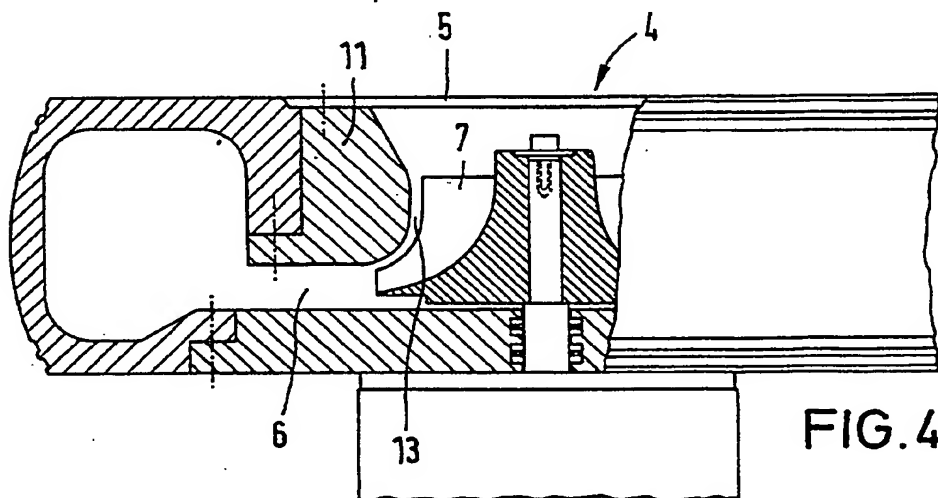
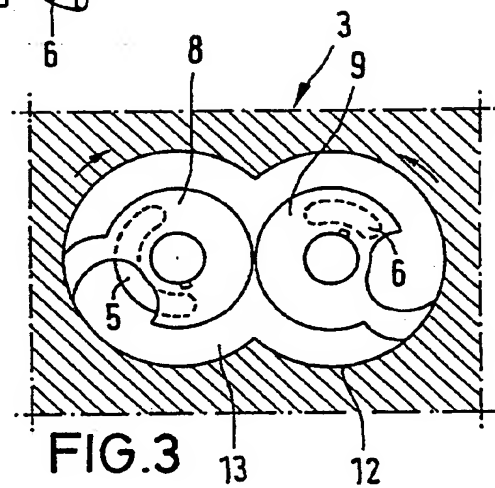
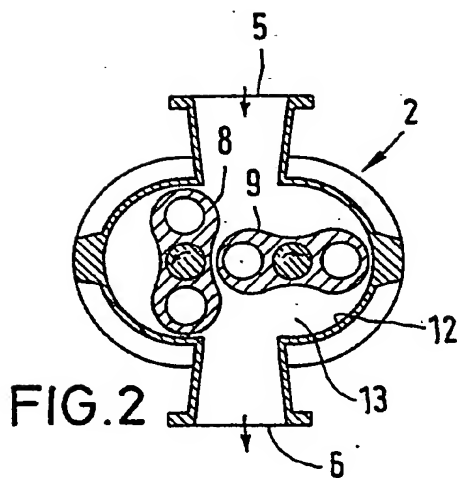
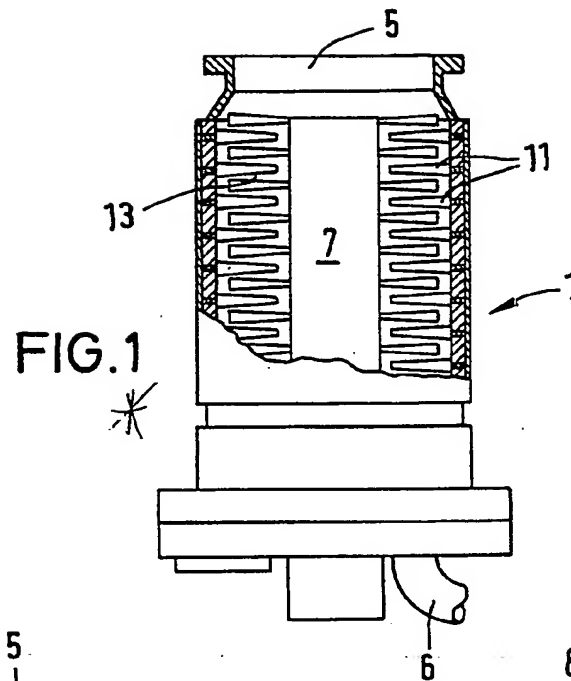
45

50

55

60

65



**PCT** WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>5</sup> :  <b>F04D 19/04, 29/02, F04C 18/08</b></p>	<b>A1</b>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 94/16228</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>21. Juli 1994 (21.07.94)</b></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/EP93/03106</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: <b>6. November 1993 (06.11.93)</b></p> <p>(30) Prioritätsdaten:  <b>P 43 00 274.9      8. Januar 1993 (08.01.93)      DE</b></p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>LEYBOLD AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wilhelm-Rohn-Strasse 25, D-63450 Hanau (DE).</b></p> <p>(72) Erfinder; und          (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>BACHMANN, Paul [DE/DE]; Breslauer Strasse 21, D-50858 Köln (DE).          FROITZHEIM, Michael [DE/DE]; Brauweiler Strasse 23b, D-50859 Köln (DE).</b></p> <p>(74) Anwalt: <b>LEINEWEBER, Jürgen; Nagelschmiedshütte 8, D-50859 Köln (DE).</b></p>		
<p>(81) Bestimmungsstaaten: <b>JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</b></p> <p>Veröffentlicht  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>		
<p>(54) Title: <b>VACUUM PUMP WITH A ROTOR</b></p> <p>(54) Bezeichnung: <b>VAKUUMPUMPE MIT ROTOR</b></p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention concerns a vacuum pump, in particular a high-vacuum pump, with a rotor which forms, together with a stator and, optionally, a second rotor, a lubricant-free pump chamber through which the gases being pumped pass. In order to be able to operate the rotor(s) at high speeds, the invention proposes that the rotor(s) (7, 8) are made at least partly of an aluminium-lithium alloy.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Die Erfindung bezieht sich auf eine Vakuumpumpe, insbesondere Hochvakuumpumpe, mit einem Rotor, der gemeinsam mit einem Stator und gegebenenfalls mit einem weiteren Rotor einen schmiermittelfreien, von den zu fördernden Gasen durchströmten Förderraum bildet; um den oder die Rotoren mit erhöhten Drehzahlen betreiben zu können, wird vorgeschlagen, daß der bzw. die Rotoren (7, 8) zumindest teilweise aus einer Aluminium-Lithium-Legierung bestehen.</p>		

## Vakuumpumpe mit Rotor

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vakuumpumpe, insbesondere Hochvakuumpumpe, mit einem Rotor, der gemeinsam mit einem Stator und gegebenenfalls mit einem weiteren Rotor einen schmiermittelfreien, von den zu fördernden Gasen durchströmten Förderraum bildet.

Zu Vakuumpumpen der erwähnten Art gehören zum einen Reibungsvakuumpumpen, wie Turbovakuumpumpen (axial, radial), Molekularvakuumpumpen, Turbomolekularvakuumpumpen und Kombinationen dieser Pumpen, die häufig mit Hybrid- oder Compoundpumpen bezeichnet werden. Zum anderen werden auch Wälzkolben- und Klauenvakuumpumpen mit schmiermittelfreien Schöpfräumen (Förderräumen) betrieben und gehören somit zu den gattungsgemäßen Vakuumpumpen. Bei diesen ein- oder mehrstufig ausgebildeten Vakuumpumpen befindet sich im Schöpfraum jeweils ein Rotorpaar, das gemeinsam mit dem Gehäuse (Stator) den Förderraum bildet.

Das Saugvermögen der hier betroffenen Vakuumpumpen hängt maßgeblich von der Drehzahl des bzw. der Rotoren ab. Sie werden deshalb mit möglichst hohen Drehzahlen betrieben. Der Erhöhung der Drehzahl sind jedoch Grenzen gesetzt, die maßgeblich von der Festigkeit des Rotormaterials abhängen. Zu berücksichtigen ist dabei, daß Vakuumpumpen der erwähnten Art häufig zur wiederholten Evakuierung von Vakuumkammern eingesetzt werden, in denen Ätzprozesse, Beschichtungsprozesse und chemische Prozesse der verschiedensten Art durchgeführt werden. Insbesondere bei Ätzprozessen haben die von der Vakuumpumpe zu fördernden Gase eine erhöhte Temperatur (beispielsweise 120° C). Da die Festigkeit eines Werkstoffes

mit steigender Temperatur abnimmt, muß die Höchstdrehzahl-grenze umso niedriger gewählt werden, je höher die Betriebs-temperatur ist.

Bei modernen Turbomolekularvakuumpumpen werden warmaushärt-bare Legierungen vom Typ AlMgSi oder auch AlCuSiMn als Rotorwerkstoff eingesetzt. Die Drehzahlen liegen beispiels-weise bei einem Rotor mit einem Durchmesser von 130 (mm) bei rd. 50.000 U/min.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vakuumpumpe der eingangs erwähnten Art zu schaffen, deren Rotor bzw. deren Rotoren mit erhöhten Drehzahlen betrieben werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der Rotor zumindest teilweise aus einer Aluminium-Lithium-Legie-rung besteht. Vorzugsweise liegt der Lithium-Legierungsan-teil zwischen 0,5 % und 10 %. Die besten Erfahrungen werden bisher mit Legierungen mit einem Li-Legierungsanteil zwi-schen 1,5 % und 3 % gemacht. Werkstoffe dieser Art sind im Aufsatz von A.K. Vasudevan und R.D. Doherty "Aluminium Alloys - Contemporary Research and Applications", ACADEMIC PRESS, INC., 1989 beschrieben.

Werkstoffe dieser Art sind leichter als die bisher verwen-deten. Neben der sehr hohen Festigkeit im Bereich der höchstfesten Legierungen vom Typ AlZnMgCu besitzen die AlLi-Legierungen die höchste Steifigkeit (E-Modul) aller genormten Al-Knet- und Gußlegierungen. Vakuumpumpen, deren Rotoren zumindest in den Bereichen hoher Fliehkraftbelastung aus AlLi-Werkstoffen bestehen, können so mit erhöhten Drehzahlen betrieben werden. Bei Turbomolekularpumpen können die Rotor-Drehzahlen, je nach bisher verwendeter Al-Legie-rung, um bis zu rd. 10 % erhöht werden.



Überraschenderweise ist die Erfindung noch mit einem weiteren wesentlichen Vorteil verbunden. Bei den erwähnten Einsätzen - Evakuierung von Vakuumkammern, in denen chemische Prozesse, Ätzprozesse, Beschichtungsprozesse usw. ablaufen - fallen vielfach aggressive Gase, insbesondere Halogene und deren Verbindungen, an. Diese verursachen bevorzugt an den Rotoren der verwendeten Vakuumpumpen Korrosionen, die das Saugvermögen der Vakuumpumpe sehr schnell beeinträchtigen können. Zur Vermeidung dieser Korrosionen ist es bekannt, die aus den üblichen Aluminium-Werkstoffen bestehenden Rotoren zu beschichten. Diese Verfahren sind aufwendig. Überraschenderweise hat sich der erfindungsgemäße Aluminium-Lithium-Werkstoff als nahezu korrosionsfest erwiesen. Aufwendige Maßnahmen zum Schutz der Oberfläche des Rotors vor den anfallenden aggressiven Gasen sind nicht mehr erforderlich.

Vorzugsweise besteht nur der Rotor bzw. bestehen nur die Rotoren der Vakuumpumpe - zumindest teilweise - aus der vorgeschlagenen Aluminium-Lithium-Legierung, da allein durch diese Maßnahme die erhöhte Rotor-Festigkeit, erreicht wird. Für den Fall, daß der Korrosionsschutz im Vordergrund steht, ist es zweckmäßig, daß auch der Stator - oder zumindest die dem Rotor zugewandte Oberfläche des Stators - aus der Aluminium-Lithium-Legierung besteht. Selbst beim Anfall von 100 % Chlor können durch diese Maßnahme hohe Standzeiten der Vakuumpumpen erreicht werden.

Das Figurenblatt zeigt schematisch vier Beispiele für Vakuumpumpen der hier betroffenen Art. Im einzelnen handelt es sich um eine Turbomolekularvakuumpumpe 1 (Figur 1), Wälzkolbenvakuumpumpe 2 (Figur 2), Klauenpumpe 3 (Schnitt durch eine Stufe, Figur 3) sowie Turbovakuumpumpe 4 (Figur 4). Alle Pumpen bzw. Pumpenstufen haben einen Einlaß 5 und einen Auslaß 6. Zwischen Einlaß 5 und Auslaß 6 befinden sich die Rotoren 7 bzw. Rotorpaare 8, 9. Diese bilden gemeinsam

mit einem Stator 11 bzw. mit dem Gehäuse 12 einen Förderraum 13, der von den gepumpten Gasen durchströmt wird.

Die Rotoren 7, 8, 9 bestehen aus einer Aluminium-Lithium-Legierung, zweckmäßig aus dem Werkstoff 8090 oder 8090A (vgl. Tabelle I im o.a. Aufsatz). Aufgrund der erhöhten Festigkeit und Steifigkeit der Rotoren können diese mit erhöhten Drehzahlen betrieben werden. Zusätzlich sind sie korrosionsfest. Um eine Korrosionsfestigkeit auch bei den Statoren 11, 12 zu erreichen, können diese ebenfalls aus einem der angegebenen Werkstoffe bestehen oder zumindest förderraumseitig damit beschichtet sein.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Vakuumpumpe, insbesondere Hochvakuumpumpe, mit einem Rotor, der gemeinsam mit einem Stator und gegebenenfalls mit einem weiteren Rotor einen schmiermittelfreien, von den zu fördernden Gasen durchströmten Förderraum bildet, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die Rotoren (7, 8) zumindest teilweise aus einer Aluminium-Lithium-Legierung bestehen.
2. Vakuumpumpe, insbesondere Hochvakuumpumpe, mit einem Rotor, der gemeinsam mit einem Stator und gegebenenfalls mit einem weiteren Rotor einen schmiermittelfreien, von den zu fördernden Gasen durchströmten Förderraum bildet, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die Rotoren (7, 8) zumindest teilweise mit einer Aluminium-Lithium-Legierung beschichtet sind.
3. Vakuumpumpe nach anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auch der Stator (11, 12) aus der Aluminium-Lithium-Legierung besteht oder zumindest förderraumseitig damit beschichtet ist.
4. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Litium-Anteil zwischen 0,5 % und 10 %, vorzugsweise zwischen 1,5 % und 3 % liegt.

5. Vakuumpumpe nach einem der ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstoffe 8090 oder 8090 A als Rotorwerkstoffe eingesetzt werden.

